

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**PAT-NO:** JP02000330353A

**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2000330353 A

**TITLE:** COLOR IMAGE FORMING DEVICE

**PUBN-DATE:** November 30, 2000

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
YOKOTA, YASUHIRO	N/A
TAKAHASHI, MASAKI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
TOSHIBA CORP	N/A

**APPL-NO:** JP11142605

**APPL-DATE:** May 24, 1999

**INT-CL (IPC):** G03G015/01, G03G021/14

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a color image forming device having a carrying mechanism constituted so that the deviation of registration caused by the fluctuation of the thickness of a carrying belt can be effectively reduced.

**SOLUTION:** This color image forming device is constituted so that a color image is formed by carrying recording paper by the carrying mechanism constituted by winding the carrying belt 20 round a driving roller 18 driven by a motor 21 and a driven roller 19 rotated in accordance with the rotation of the roller 18, forming different monochromatic images by plural image forming units arranged along in the carrying direction of the recording paper and superposing the respective monochromatic images on the recording paper. Then, the rotational angular velocity of the rollers 18 and 19 are detected by rotary encoders 41 and 42. Besides, difference between the rotation angular velocity of both rollers 18 and 19 is obtained by an up-down counter 43a. By superimposing the difference between the rotation angular velocity on a rotational velocity control system 30 of the motor 21, feedback control is executed.

**COPYRIGHT:** (C)2000,JPO

**DERWENT-ACC-NO: 2001-096129**

**DERWENT-WEEK: 200380**

**COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD**

**TITLE: Color Image forming apparatus e.g. printer, has control system to control speed of motor to minimize the difference in angle of rotation velocity of drive and subordinate rollers of conveying mechanism**

**PATENT-ASSIGNEE: TOSHIBA KK[TOKE]**

**PRIORITY-DATA: 1999JP-0142605 (May 24, 1999)**

**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>	<b>PAGES</b>	<b>MAIN-IPC</b>
JP 3469503 B2	November 25, 2003	N/A	015	G03G 015/01
JP 2000330353 A	November 30, 2000	N/A	015	G03G 015/01

**APPLICATION-DATA:**

<b>PUB-NO</b>	<b>APPL-DESCRIPTOR</b>	<b>APPL-NO</b>	<b>APPL-DATE</b>
JP 3469503B2	N/A	1999JP-0142605	May 24, 1999
JP 3469503B2	Previous Publ.	JP2000330353	N/A
JP2000330353A	N/A	1999JP-0142605	May 24, 1999

**INT-CL (IPC): G03G015/01, G03G021/14**

**ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000330353A**

**BASIC-ABSTRACT:**

**NOVELTY** - The rotatory encoders detect angle of rotation velocity of driver and subordinate rollers (18,19) of conveying mechanism over which conveying belt (20) revolves. Difference in angle of rotation of rollers is calculated by up-down counter. Rotation speed of motor (21) to which driver roller is coupled is controlled by control system to minimize difference in angle of rotation velocity between rollers.

**USE** - Color Image forming apparatus such as copier, printer.

**ADVANTAGE** - As the difference in angle of rotation velocity of driver roller and subordinate roller is minimized, the gap originating due to fluctuation in thickness of conveying belt is effectively reduced, resulting in favorable image overlapping and quality color image.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S)** - The figure shows the sectional view of the components of color image forming apparatus.

**Driver roller 18**

**Subordinate roller 19**

**Conveying belt 20**

**Motor 21**

**CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/13**

**TITLE-TERMS: COLOUR IMAGE FORMING APPARATUS PRINT CONTROL SYSTEM CONTROL  
SPEED**

**MOTOR MINIMISE DIFFER ANGLE ROTATING VELOCITY DRIVE SUBORDINATE  
ROLL CONVEY MECHANISM**

**DERWENT-CLASS: P84 S06**

**EPI-CODES: S06-A11; S06-A14C;**

**SECONDARY-ACC-NO:**

**Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2001-072955**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-330353

(P2000-330353A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 3 G 15/01

G 0 3 G 15/01

Y 2 H 0 2 7

21/14

21/00

3 7 2 2 H 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-142605

(22) 出願日 平成11年5月24日 (1999. 5. 24)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 横田 泰宏

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 高橋 正樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外 6 名)

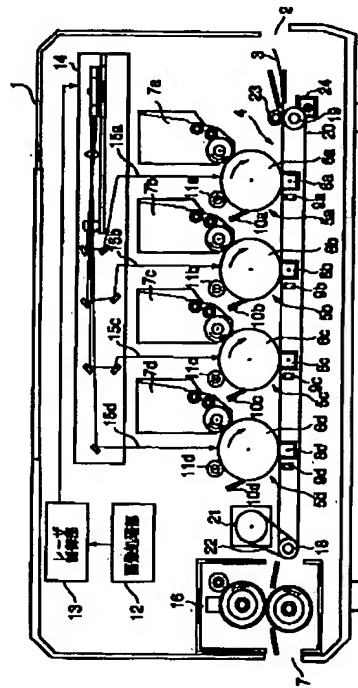
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラー画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】搬送ベルトの厚さ変動に起因するレジストレーションずれを効果的に低減させることができる搬送機構を備えたカラー画像形成装置を提供する。

【解決手段】モータ21により駆動される駆動ローラ18と駆動ローラ18の回転に伴い回転する従動ローラ19とに搬送ベルト20を懸け回して構成された搬送機構により記録用紙3を搬送し、記録用紙3の搬送方向に沿って配置された複数の画像形成ユニットで異なる単色画像をそれぞれ形成し、各単色画像を記録用紙3上で重ね合わせてカラー画像を形成するカラー画像形成装置において、ロータリエンコーダ41、42により駆動ローラ18および従動ローラ19の回転角速度を検出し、さらにアップダウンカウンタ43aで両ローラ18、19の回転角速度の差を求め、この回転角速度の差をモータ21の回転速度制御系30に重畳してフィードバック制御を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回転駆動源により駆動される駆動ローラと該駆動ローラの回転に伴い回転する少なくとも一つの従動ローラとに搬送ベルトを懸け回して構成され、画像記録媒体を搬送する搬送機構と、前記画像記録媒体の搬送方向に沿って配置され、該画像記録媒体上に異なる単色画像をそれぞれ形成する複数の画像形成ユニットとを有し、各単色画像を前記画像記録媒体上で重ね合わせてカラー画像を形成するカラー画像形成装置において、前記駆動ローラおよび前記従動ローラのそれぞれの回転角速度の差を検出する回転角速度差検出手段と、前記回転角速度差検出手段により検出される回転角速度の差を最小化するように前記回転駆動源の回転速度を制御する制御手段とを備えることを特徴とするカラー画像形成装置。

【請求項2】回転駆動源により駆動される駆動ローラと該駆動ローラの回転に伴い回転する少なくとも一つの従動ローラとに搬送ベルトを懸け回して構成され、画像記録媒体を搬送する搬送機構と、前記画像記録媒体の搬送方向に沿って配置され、該画像記録媒体上に異なる単色画像をそれぞれ形成する複数の画像形成ユニットとを有し、各単色画像を前記画像記録媒体上で重ね合わせてカラー画像を形成するカラー画像形成装置において、前記駆動ローラおよび前記従動ローラのそれぞれの回転角速度の差を検出する回転角速度差検出手段と、前記回転角速度差検出手段により検出される回転角速度の差を記憶する記憶手段と、前記搬送ベルトの基準位置を検出する基準位置検出手段と、前記記憶手段に記憶された回転角速度差を前記基準位置検出手段による前記基準位置の検出タイミングと同期をとって読み出し、該回転角速度差を最小化するように前記回転駆動源の回転速度を制御する制御手段とを備えることを特徴とするカラー画像形成装置。

【請求項3】回転駆動源により駆動される駆動ローラと該駆動ローラの回転に伴い回転する少なくとも一つの従動ローラとに搬送ベルトを懸け回して構成され、画像記録媒体を搬送する搬送機構と、前記搬送機構に前記画像記録媒体を供給する画像記録媒体供給手段と、前記画像記録媒体の搬送方向に沿って配置され、該画像記録媒体上に異なる単色画像をそれぞれ形成する複数の画像形成ユニットとを有し、各単色画像を前記画像記録媒体上で重ね合わせてカラー画像を形成するカラー画像形成装置において、前記駆動ローラおよび前記従動ローラのそれぞれの回転速度の差を検出する回転角度差検出手段と、前記回転角度差検出手段により検出される回転角度の差の変化量が最小となるように前記画像記録媒体供給手段による前記搬送機構での画像記録媒体の搬送開始タイミングを設定するタイミング設定手段とを備えることを特

徴とするカラー画像形成装置。

【請求項4】回転駆動源により駆動される駆動ローラと該駆動ローラの回転に伴い回転する少なくとも一つの従動ローラとに搬送ベルトを懸け回して構成され、画像記録媒体を搬送する搬送機構と、前記搬送機構に前記画像記録媒体を供給する画像記録媒体供給手段と、前記画像記録媒体の搬送方向に沿って配置され、該画像記録媒体上に異なる単色画像をそれぞれ形成する複数の画像形成ユニットとを有し、各単色画像を前記画像記録媒体上で重ね合わせてカラー画像を形成するカラー画像形成装置において、前記駆動ローラおよび前記従動ローラのそれぞれの回転角度の差を検出する回転角度差検出手段と、前記搬送ベルトの基準位置を検出する基準位置検出手段と、前記回転角度差検出手段により検出される回転角度の差の変化量が最小となるような前記画像記録媒体供給手段による前記搬送機構での画像記録媒体の搬送開始タイミングを記憶する記憶手段と、前記記憶手段に記憶された搬送開始タイミングを前記基準位置検出手段による前記基準位置の検出タイミングと同期をとって読み出し、前記画像記録媒体供給手段に対して設定するタイミング設定手段とを備えることを特徴とするカラー画像形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複写機やプリンタとして用いられるカラー画像形成装置に係り、特に異なる単色画像を形成する複数の画像形成ユニットを記録用紙の搬送方向に沿って配置し、各単色画像を重ね合わせてカラー画像を形成するカラー画像形成装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】複写機やプリンタに用いられるカラー画像形成装置には様々な方式があり、例えば、感光ドラム上に静電潜像を形成した後、トナーにより可視化し、可視像を記録用紙に転写する電子写真方式、インク滴を記録用紙上に直接吹き付けて画像を形成するインクジェット方式、および感光発色色材に画像露光を行って画像を形成する銀塩写真方式等が知られている。

【0003】一方、特に記録速度に優れ、かつ小型化に適したカラー画像形成装置として、タンデム型と呼ばれる構成が知られている。タンデム型は、無端の搬送ベルトを用いてカラー画像転写媒体である記録用紙を搬送し、その搬送方向に沿って配置された異なる単色画像を形成する複数の画像形成ユニットを順次通過させることで、記録用紙上に各単色画像を重ね合わせて形成してカラー画像を得る方式のカラー画像形成装置である。

【0004】例として、電子写真方式によるタンデム型のカラー画像形成装置について具体的に説明すると、例えば黄、マゼンタ、シアンおよび黒の各単色画像を形成

する画像形成ユニットが記録用紙の搬送方向に順次配置される。そして、レーザ露光ユニットにより感光ドラム表面に形成された静電潜像が各画像形成ユニットで現像されることによりトナー画像が形成され、静電力により搬送ベルトに付着されて搬送される記録用紙上に順次重ね合わられて転写された後、定着器によってトナーが溶融圧着されることにより記録用紙上にカラー画像が形成される。

【0005】搬送ベルトは、互いに平行に配置された駆動ローラと従動ローラの間に適当なテンションで懸け回される。駆動ローラは、モータによって所定の回転速度で回転駆動され、それに伴い搬送ベルトも所定の速度で回転移動する。記録用紙は給紙機構によって所定のタイミングで搬送ベルトの画像形成ユニット側に供給され、搬送ベルトの移動速度と同一速度で移動して搬送されることにより、各画像形成ユニットを順次通過する。

【0006】このようなタンデム型のカラー画像形成装置では、記録用紙の搬送速度、つまり搬送ベルトの移動速度を所定の速度にすることが、記録用紙上で重ね合わせられる各単色画像の相対位置ずれ（これをレジストレーションずれという）を低減させる上で極めて重要である。この要求に対して、従来では搬送ベルトを駆動する駆動ローラの回転速度を一定にするために、駆動源であるモータの回転角速度や、モータで発生する駆動力を駆動ローラに伝達させるギヤの回転角速度を一定に保持するようにしていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述のように搬送ベルトを駆動する駆動ローラの回転角速度を一定にすることで、搬送ベルトの移動速度を一定にしようとする方法では、搬送ベルトの厚さ変動、特に搬送方向に沿った厚さ変動があった場合には、駆動ローラの回転角速度を一定にしても搬送ベルトの移動速度を一定にできないという問題点がある。

【0008】この問題は、搬送ベルトの厚さと搬送ベルトの移動速度とに相関があるからに他ならない。この相関関係については後に詳述するが、この問題点を解決するために特許2639106号にみられるように、搬送ベルトの厚さを測定し、これに基づき搬送ベルトの移動速度を一定にするのに必要な駆動源のパラメータを算出して、駆動ローラの回転数を制御することが提案されている。

【0009】しかし、この方法は微小な搬送ベルトの厚さを測定することが非常に困難であることから実施が難しく、また搬送ベルトと駆動ローラとの間に滑りが生じている場合には不十分な補正しかできないという問題点がある。

【0010】本発明は、上記のような問題点を解決し、搬送ベルトの厚さ変動に起因するレジストレーションずれを効果的に低減させることができる搬送機構を備えた

カラー画像形成装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明は回転駆動源により駆動される駆動ローラと該駆動ローラの回転に伴い回転する少なくとも一つの従動ローラとに搬送ベルトを懸け回して構成され、画像記録媒体を搬送する搬送機構と、画像記録媒体の搬送方向に沿って配置され、該画像記録媒体上に異なる単色画像をそれぞれ形成する複数の画像形成ユニットとを有し、各単色画像を画像記録媒体上で重ね合わせてカラー画像を形成するカラー画像形成装置において、駆動ローラと従動ローラのそれぞれの回転角速度の差を搬送ベルトの厚さ変動による搬送速度の変動として求め、これに基づき搬送機構を制御することにより、レジストレーションずれを低減するようにしたものである。

【0012】すなわち、本発明に係る第1のカラー画像形成装置は、駆動ローラおよび従動ローラのそれぞれの回転角速度の差を検出する回転角速度差検出手段と、この回転角速度差検出手段により検出される回転角速度の差を最小化するように駆動ローラの回転駆動源の回転速度を制御する制御手段とを備えることを特徴とする。

【0013】本発明に係る第2のカラー画像形成装置は、駆動ローラおよび従動ローラのそれぞれの回転角速度の差を検出する回転角速度差検出手段と、この回転角速度差検出手段により検出される回転角速度の差を記憶する記憶手段と、搬送ベルトの基準位置を検出する基準位置検出手段と、記憶手段に記憶された回転角速度差を基準位置検出手段による基準位置の検出タイミングと同期をとって読み出し、該回転角速度差を最小化するように駆動ローラの回転駆動源の回転速度を制御する制御手段とを備えることを特徴とする。

【0014】また、本発明は回転駆動源により駆動される駆動ローラと該駆動ローラの回転に伴い回転する少なくとも一つの従動ローラとに搬送ベルトを懸け回して構成され、画像記録媒体を搬送する搬送機構と、この搬送機構に画像記録媒体を供給する画像記録媒体供給手段と、画像記録媒体の搬送方向に沿って配置され、画像記録媒体上に異なる単色画像をそれぞれ形成する複数の画像形成ユニットとを有し、各単色画像を画像記録媒体上で重ね合わせてカラー画像を形成するカラー画像形成装置において、駆動ローラと従動ローラのそれぞれの回転角度の差を求め、これに基づき画像記録媒体供給手段による搬送機構での画像記録媒体の搬送開始タイミングを制御することにより、レジストレーションずれを低減するようにしたものである。

【0015】すなわち、本発明に係る第3のカラー画像形成装置は、駆動ローラおよび従動ローラのそれぞれの回転角度の差を検出する回転角度差検出手段と、この回転角度差検出手段により検出される回転角度の差の変化量が最小となるように画像記録媒体供給手段による搬送

機構での画像記録媒体の搬送開始タイミングを設定するタイミング設定手段とを備えることを特徴とする。

【0016】本発明に係る第4のカラー画像形成装置は、駆動ローラおよび従動ローラのそれぞれの回転角度の差を検出する回転角度差検出手段と、搬送ベルトの基準位置を検出する基準位置検出手段と、回転角度差検出手段により検出される回転角度の差の変化量が最小となるような画像記録媒体供給手段による搬送機構での画像記録媒体の搬送開始タイミングを記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された搬送開始タイミングを基準位置検出手段による基準位置の検出タイミングと同期をとって読み出し、画像記録媒体供給手段に対して設定するタイミング設定手段とを備えることを特徴とする。

【0017】また、本発明に係る第5のカラー画像形成装置は、搬送ベルトを駆動する駆動ローラの半径を $r$ 、搬送ベルトの平均厚さを $u$ 、搬送ベルトの厚さ変動の最大値を $2\varepsilon$ としたとき、

【0018】

【数1】

$$\left( r + \frac{u}{2} \right) \leq 0.00045 \quad (1)$$

【0019】の関係を満たすようにしたことを特徴とし、これによりレジストレーションずれを許容値まで低減することができるようにしたものである。

【0020】さらに、本発明に係る第6のカラー画像形成装置は、搬送ベルトを駆動する駆動ローラの半径を $r$ 、搬送ベルトの平均厚さを $u$ 、搬送ベルトの厚さ変動の最大値を $2\varepsilon$ 、搬送ベルトの周長を $L$ 、画像形成ユニット間の最大距離を $d$ としたとき、

【0021】

【数2】

$$\left( r + \frac{u}{2} \right) \leq \frac{0.00045}{\left| \sin \left( \frac{d}{L} \pi \right) \right|} \quad (2)$$

【0022】の関係を満たすようにしたことを特徴とし、これによりレジストレーションずれを許容値まで低減することができるようにしたものである。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施形態について説明する。

【0024】(第1の実施形態)図1は、本発明の第1の実施形態に係る電子写真方式に基づくタンデム型のカラー画像形成装置の構成を示す断面図である。

【0025】筐体1の内部に給紙口2から供給される記録用紙3は、搬送機構4により図で左方向に搬送される。この記録用紙4の搬送方向に沿って、例えば黄(Y)、マゼンタ(M)、シアン(C)、黒(K)の各単色画像を形成するための画像形成ユニット5a、5b、5c、5dが配置されている。

【0026】画像形成ユニット5a、5b、5c、5dは、画像記録媒体である感光ドラム6a、6b、6c、6dと、感光ドラム6a、6b、6c、6d上に形成された静電潜像を現像してトナー像を形成する現像器7a、7b、7c、7dと、感光ドラム6a、6b、6c、6d上のトナー像を画像記録媒体である記録用紙3上に転写するための転写器8a、8b、8c、8dと、転写後の感光ドラム6a、6b、6c、6dの表面を除電するための除電ランプ9a、9b、9c、9dと、感光ドラム6a、6b、6c、6d上の転写残りトナーを除去するためのクリーニングブレード10a、10b、10c、10dと、感光ドラム6a、6b、6c、6dの表面を均一に帯電するための帯電器11a、11b、11c、11dとから構成されている。

【0027】さらに、画像形成ユニット5a、5b、5c、5dに加えて、画像処理部12と、この画像処理部12から出力されるY、M、C、Kの画像データを受けて動作するレーザ制御部13およびレーザ制御部13により制御されるレーザ露光ユニット14が設けられている。レーザ露光ユニット14によって、Y、M、C、Kの各画像データに応じて強度変調された露光用レーザビーム15a、15b、15c、15dが感光ドラム6a、6b、6c、6dにそれぞれ照射されることにより、感光ドラム6a、6b、6c、6dの表面にY、M、C、Kの各画像データに対応した静電潜像がそれぞれ形成される。

【0028】このようにしてレーザ露光ユニット14により静電潜像が形成され、この静電潜像を画像形成ユニット5a、5b、5c、5dにより現像することにより感光ドラム6a、6b、6c、6d上に作像されたトナー画像は、搬送機構4によって搬送ベルト20上に付着しつつ搬送される記録用紙4上に、順次重ね合わせられながら転写された後、定着器16によってトナーが例えば溶融圧着されることにより、記録用紙3上にカラー画像が形成される。カラー画像が形成された後の記録用紙3は、排紙口17から筐体1の外部へ排出される。

【0029】搬送機構4は、互いに平行に配置された駆動ローラ18および従動ローラ19と、これらローラ18、19間に適当なテンションで懸け回された搬送ベルト20と、駆動ローラ18を回転駆動するための駆動モータ21と、駆動モータ21の駆動力を駆動ローラ18に伝達するタイミングベルト22を含む減速機構とを主体として構成される。従動ローラ19は、モータによっては駆動されず、駆動ローラ18の回転に伴い、搬送ベルト20による摩擦力でのみ回転する。

【0030】駆動ローラ18は、駆動モータ21により所定の回転速度で回転駆動され、それに伴い搬送ベルト20も所定の速度で回転移動する。給紙口2を通して供給された記録用紙3は、レジストローラ23によって所定のタイミングで搬送ベルト20の画像形成ユニット5



a, 5b, 5c, 5d側の面上に供給され、搬送ベルト20の搬送速度と同一速度で移動することにより、各画像形成ユニット5a, 5b, 5c, 5dを順次通過する。搬送ベルト20は、搬送ベルトクリーナ24によって適宜クリーニングされる。

【0031】次に、このような構成のカラー画像形成装置において、搬送ベルト20の厚さ変動（搬送方向に沿った厚さ変化）と搬送ベルト20の移動速度（記録用紙3の搬送速度）との相関について以下に述べる。

【0032】図2に示す駆動ローラ18の周方向基準位置18a（駆動ローラ18自体の位置でなく、空間的な位置）における時刻 $t$ での搬送ベルト20の厚さを $u(t)$ とし、駆動ローラ18の回転角速度 $\omega$ は一定と仮定する。このとき、駆動ローラ18の中心Oから搬送ベルト20の厚さ方向中心までの距離 $r'(t)$ は、駆動ローラ18の半径を $r$ とすると、次式で表される。

【0033】

【数3】

$$r'(t) = r + \frac{u(t)}{2} \quad (3)$$

【0034】この駆動ローラ18の中心から搬送ベルト20の厚さ方向中心までの距離 $r'(t)$ と、駆動ローラ18が時間 $t$ の間に $\omega t$  [rad]だけ回転したときの搬送ベルト20の搬送面の移動量 $x(t)$ との間には、次式の関係が成立する。

【0035】

【数4】

$$x(t) = \omega \int_0^t r'(t) dt \quad (4)$$

【0036】ここで、搬送ベルト20の移動速度は、搬送ベルト20の厚さ方向中心での速度で考えるというのが一般的に知られている。従って、搬送ベルト20の厚さ $u(t)$ が厚さ変動によって変化すれば、駆動ローラ18の回転角速度 $\omega$ を一定にしても、時間 $t$ 当たりの搬送ベルト20の移動量は厚さ変動に応じて変化してしまう。

【0037】本実施形態のようなタンデム型のカラー画像形成装置では、前述したように、まず画像形成ユニット5aで形成された記録用紙3上の単色画像に、画像形成ユニット5bで形成される単色画像を記録用紙3上で重ね合わせ、次いで画像形成ユニット5c, 5dで形成される単色画像を記録用紙3上で重ね合わせるといった動作を順次行うことにより、画像処理部12より出力されるカラー画像データに対応したカラー画像を記録用紙3上に形成する。

【0038】ここで、駆動ローラ18の回転角速度 $\omega$ （一定）を基に搬送ベルト20が最初の画像形成ユニット5aから最後の画像形成ユニット5dまで移動するのに要する時間は、搬送ベルト20の厚さ変動がなく、厚さ $u$ が一定であったと仮定すると、次式で表される。

【0039】

【数5】

$$t = \frac{d}{\omega \left( r + \frac{u}{2} \right)} \quad (5)$$

【0040】しかし、実際には搬送ベルト20に厚さ変動が存在するので、この時間 $t$ の間に実際には次式で示す距離 $d'$ だけ搬送ベルト20の搬送面は移動することになる。

【0041】

【数6】

$$d' = \omega \left( r + \frac{u(t)}{2} \right) t \quad (6)$$

【0042】その結果、搬送ベルト20上の記録用紙3の移動速度も一定でなくなるので、 $(d' - d)$ に相当する距離差がレジストレーションずれとなってしまうのである。

【0043】次に、搬送ベルト20の厚さ変動と移動速度との相関について、さらに具体的に説明する。まず、搬送ベルト20の厚さ変動は、搬送ベルト20の搬送方向に沿った厚さ変化であり、その変化は幾何学的であるため、この厚さ変動に起因する搬送ベルト20の搬送面での移動速度の変化は、搬送ベルト20が一周する毎に同じ変化が再現される。搬送ベルト20の厚さ変動（搬送方向に沿った厚さ変化）を簡単のために、近似的に調和関数（sin関数）で表すものとする。この関数は、搬送ベルト20が一周（一回転）するのに必要な時間を周期としたものである。

【0044】一般に、本実施形態のようなカラー画像形成装置で用いられる搬送ベルト20である無端ベルトの材質には、ポリイミドフィルムのような熱可塑性樹脂フィルムが使われることが多い。このような熱可塑性樹脂フィルムを無端ベルトに加工した場合には、ベルトの周方向（搬送ベルト20で言えば、搬送方向）に一周を周期とする調和関数の厚さ変化が存在することが知られているので、調和関数で近似することは妥当である。但し、本発明は搬送ベルト20の厚さ変動を調和関数で近似することには限定されない。

【0045】そこで、図2で時刻 $t$ のときの周方向基準位置18aでの搬送ベルト20の厚さ $u(t)$ を、厚さの平均値を $u$ 、厚さ変動（片振幅）を $\varepsilon$ 、搬送ベルト20の周長の駆動ローラ18の周長に対する比を $a$ 、駆動ローラ18の回転角速度を $\omega$ として、次式で表す。

【0046】

【数7】

$$u(t) = u + \varepsilon \sin \left( \frac{\omega t}{a} \right) \quad (7)$$

【0047】ここで、駆動ローラ18の回転角速度 $\omega$ は一定と仮定する。また、駆動ローラ18と従動ローラ19の半径は共に $r$ であり、従動ローラ19の回転角速度

を $\eta$ とする。このとき、駆動ローラ18の中心から搬送ベルト20の厚さ方向中心までの距離 $r(t)$ は、次式で表される。

【0048】

【数8】

$$r(t) = r + \frac{a}{2} + \frac{a}{2} \sin\left(\frac{\omega t}{a}\right) \quad (8)$$

【0049】駆動ローラ18が時間 $t$ の間に $\omega t$  [rad]だけ回転したときの搬送ベルト20の搬送面の移動量 $x(t)$ は、次式となる。

【0050】

【数9】

$$x(t) = \omega \int_0^t r(t) dt \quad (9)$$

【0051】駆動ローラ18が上記のように時間 $t$ の間に $\omega t$  [rad]だけ回転したときに、それに伴って従動ローラが $\eta t$  [rad]だけ回転したとする。このとき、従動ローラ19の中心から搬送ベルト20の厚さ方向中心までの距離 $r'(t)$ は、次式で与えられる。

【0052】

【数10】

$$r'(t) = r + \frac{a}{2} - \frac{a}{2} \sin\left(\frac{\omega t}{a}\right) \quad (10)$$

【0053】これより、 $\eta$ を使って搬送ベルト20の搬送面での移動量 $y(t)$ を記述すると、次式となる。

【0054】

【数11】

$$y(t) = \eta \int_0^t r'(t) dt \quad (11)$$

【0055】ここで、一定時間の間に移動する搬送ベルト20の厚さ変動は等しいと仮定できるので、 $x(t) = y(t)$ が成立している。

【0056】このとき、駆動ローラ18および従動ローラ19にそれぞれ取り付けられた後述するロータリエンコーダによって検出される回転角速度（一定時間当たりの回転角度）は、それぞれ $\omega$ 、 $\eta$ である。従って、搬送ベルト20の厚さ変動による駆動ローラ18および従動ローラ19の回転角速度の差の変動を $(\omega - \eta)$ として検出することができ、これにより搬送ベルト20の移動速度の変化も測定できることになる。

【0057】なお、駆動ローラ18および従動ローラ19に取り付けられるロータリエンコーダは、あるサンプリング時間間隔で各ローラ18、19の回転角度を検出するものが用いられる。また、一般に $\omega$ の値は既知である上に、搬送ベルト20の一周で決まった回転が従動ローラ19に与えられることから、回転角検出器を別途取り付ける必要は必ずしもない。

【0058】そこで、本実施形態は搬送ベルト20の移動速度の変動（搬送誤差）を駆動ローラ18と従動ロー

ラ19の回転角速度の差 $(\omega - \eta)$ として検出し、この回転角速度の差 $(\omega - \eta)$ が最小、つまり搬送誤差が零となるように、搬送機構4における搬送ベルト20を駆動する駆動モータ21の回転速度を制御するようにしたものである。

【0059】以下、図3を参照して本実施形態における搬送機構制御系について説明する。従来の技術でも述べたように、図1のように画像形成ユニット5a、5b、5c、5dを記録用紙3の搬送方向に沿って配置した、いわゆるタンデム型のカラー画像形成装置においては、記録用紙を搬送するための搬送ベルト20の搬送誤差（搬送面の移動速度変動）に起因した画像重ね合わせずれ（レジストレーションずれ）が発生し、形成されるカラー画像の品質に重大なる障害を引き起こす。特に、搬送ベルト20の厚さ変動により搬送量に変動が生じるが、この変動を低減することが従来の技術では困難であった。

【0060】本実施形態では、搬送ベルト20の厚さ変動に起因する搬送誤差を低減するために、上述したように搬送ベルト20を駆動するための駆動ローラ18と搬送ベルト20が回転可能に支持するための従動ローラ19の一定時間当たりの回転角度（回転角速度 $\omega$ 、 $\eta$ ）を検出し、これらの回転角速度の差 $(\omega - \eta)$ を求めることにより搬送ベルト20の厚さ変動に起因する搬送誤差を検出する。そして、この搬送誤差検出信号を駆動モータ21の駆動系にフィードバックし、搬送ベルト20の厚さ変動があっても厚さ変動に起因する搬送誤差を打ち消すように、駆動モータ21の回転速度を制御する。

【0061】図3は、本実施形態に係るカラー画像形成装置における搬送機構4とその制御系の構成を示した図である。搬送ベルト20は、駆動ローラ18と従動ローラ21とに懸け回されており、駆動ローラ18からの駆動力が搬送ベルト20に十分に伝達するように、図示しないテンション付加機構によりテンションが付与されている。

【0062】駆動ローラ18には、タイミングベルト22を含む減速機構を介して駆動モータ21から駆動力が伝達される。駆動モータ21の回転速度は、AFC（自動周波数制御）ループとAPC（自動位相制御）ループを併用したモータ回転速度制御系30によって制御される。

【0063】モータ回転速度制御系30は、以下のように構成される。駆動モータ21は例えばDCブラシレスモータであり、内蔵の周波数ジェネレータ（FG）から回転速度に応じた周波数の信号（FG信号という）を発生する。このFG信号は周波数比較器32および位相比較器33に入力され、基準クロック発生器31より入力される駆動モータ21の回転速度設定のための基準クロック信号と周波数および位相が比較されることにより、両者の周波数差および位相差に対応した信号が生成され

る。

【0064】周波数比較器32および位相比較器33からそれぞれ出力される周波数差信号および位相差信号は、ループフィルタを含む補償回路34、35により利得と位相の補償がなされた後、第1の加算器36で加算される。第1の加算器36の出力信号は、モータ回転速度制御系30における主たる回転速度制御信号であり、第2の加算器37で後述する搬送誤差信号と加算された後、駆動モータ21を駆動するモータドライバ38に入力される。

【0065】すなわち、モータ回転速度制御系30において、周波数比較器32〜補償回路34〜加算器36〜加算器37〜モータドライバ38〜駆動モータ21〜周波数比較器32のフィードバックループはAFCループを形成し、位相比較器33〜補償回路35〜加算器36〜加算器37〜モータドライバ38〜駆動モータ21〜位相比較器33のフィードバックループはAPCループ(PLL)を形成している。このようなフィードバックループの働きにより、駆動モータ21は基準クロック信号に応じた回転速度となるように駆動される。

【0066】一方、駆動ローラ18および従動ローラ19のそれぞれの回転軸には、一定時間当たりの回転角度である回転角速度 $\omega$ 、 $\eta$ を検出するためのロータリエンコーダ41、42が設けられており、これらのロータリエンコーダ41、42は駆動ローラ18および従動ローラ19の回転角速度 $\omega$ 、 $\eta$ に応じた数のパルス信号をそれぞれ発生する。

【0067】ロータリエンコーダ41、42から出力されるパルス信号は、駆動ローラ18および従動ローラ19の回転角速度の差( $\omega$ 、 $\eta$ )を検出するためのアップダウンカウンタ43aのダウンカウント入力およびアップカウント入力にそれぞれ与えられる。このアップダウンカウンタ43aからは、駆動ローラ18および従動ローラ19の回転角速度の差( $\omega$ 、 $\eta$ )に対応した計数値が出力される。回転角速度の差( $\omega$ 、 $\eta$ )は搬送ベルト20の厚さ変動に依存するから、この計数値により搬送ベルト20の移動速度の変動を見積もることが可能となる。

【0068】アップダウンカウンタ43aは、サンプリングクロック発生器45から出力されるサンプリングクロック信号で与えられるサンプリングタイミング毎に、計数値をD/A変換器44に出力すると同時にリセットされ、引き続きエンコーダ41、42から出力されるパルス信号の計数を開始する。

【0069】D/A変換器44は、サンプリングクロック信号に同期してアップダウンカウンタ43aからの計数値をアナログ値(電圧信号)に変換して出力する。この電圧信号は、搬送ベルト20の厚さ変動に起因する移動速度の変動を示す搬送誤差信号であり、補償回路46により位相補償(位相反転)と適当なゲインが与えられ

た後、加算器37によりモータ回転速度制御系30における加算器36から出力される主たる回転速度制御信号に重畳される。そして、この加算器37の出力信号が最終的なモータ回転速度信号としてモータドライバ38に入力される。

【0070】これによって、駆動モータ21は搬送ベルト20による搬送誤差、つまり搬送ベルト20の厚さ変動に伴う移動速度の変動が打ち消されるように駆動される。従って、図1のカラー画像形成装置において搬送ベルト20によって搬送される記録用紙3上に形成されるカラー画像には、搬送ベルト20の移動速度の変動によるレジストレーションずれが原理的に生じることがなく、極めて高画質なカラー画像を得ることが可能となる。

【0071】(第2の実施形態)図4は、本発明の第2の実施形態に係るカラー画像形成装置における搬送機構4とその制御系の構成を示した図である。

【0072】搬送ベルト20の厚さ変動による移動速度の変動は、搬送ベルト20の一周を一周期として同じ変動が周期的に繰り返される。本実施形態は、このような搬送ベルト20の厚さ変動による移動速度変動の周期性に着目し、画像形成に先立って一周期分の移動速度の変動情報を予め求めて記憶保持しておき、これを画像形成時に読み出して使用するようにしたものである。

【0073】図4において図3と同一の構成要素に同一符号を付して説明すると、本実施形態ではアップダウンカウンタ43aとD/A変換器44との間にメモリ47が挿入されている。また、搬送ベルト20の画像記録領域より外側の領域上に形成されたインデックスマーク48を検出するマーク検出器49が設けられ、マーク検出器49からの検出信号を入力する制御部50によって、アップダウンカウンタ43aとD/A変換器44およびメモリ47が制御される。

【0074】マーク検出器49は、インデックスマーク48を光学的に検出することによって、インデックスマーク48で示される搬送ベルト20の基準位置を検出する。インデックスマーク48は、搬送ベルト20の一周の特定の一箇所に設けられているので、マーク検出器49からは搬送ベルト20が一周する毎に検出信号が発生する。

【0075】制御部50は、記録用紙3上にカラー画像を形成する前に、マーク検出器49から入力される検出信号から搬送ベルト20の一周期間を認識し、この一周期間におけるアップダウンカウンタ43aの計数値を搬送ベルト20の移動速度変動情報としてメモリ47に書き込む。

【0076】そして、実際に記録用紙3上にカラー画像を形成するときには、マーク検出器49から出力される検出信号に同期して制御部50がメモリ47から移動速度変動情報を読み出し、D/A変換器44に供給する。

D/A変換器44は、メモリ47から読み出された移動速度変動情報をアナログ値（電圧信号）に変換して出力する。

【0077】この電圧信号は、搬送ベルト20の厚さ変動に起因する移動速度の変動を示す搬送誤差信号であり、第1の実施形態と同様に補償回路46により位相補償（位相反転）と適当なゲインが与えられた後、加算器37によりモータ回転速度制御系30における加算器36から出力される主たる回転速度制御信号に重畳され、この加算器37の出力信号が最終的なモータ回転速度信号としてモータドライバ38に入力される。これにより、駆動モータ21は搬送ベルト20による搬送誤差、つまり搬送ベルト20の厚さ変動に伴う移動速度の変動が打ち消されるように駆動される。

【0078】（第3の実施形態）図5は、本発明の第3の実施形態に係るカラー画像形成装置における搬送機構4とその制御系の構成を示した図である。

【0079】第1、第2の実施形態においては、駆動ローラ18および従動ローラ19の直径が同一であることを前提としたが、両ローラ18、19の製作誤差などにより両者の直径に差がある場合は、前述のように両ローラ18、19の回転角速度の差（ $\omega$ 、 $\eta$ ）から搬送ベルト20の厚さ変動による移動速度の変動を求める際に累積誤差が発生する。本実施形態は、このように駆動ローラ18と従動ローラ19の直径に差がある場合においても、搬送ベルト20の移動速度変動を正しく求めることができるようにしたものである。

【0080】図4と同一の構成要素に同一符号を付して説明すると、図5においては図4におけるメモリ47が除去され、代わってローパスフィルタ（LPF）51、メモリ52および減算器53が設けられている。ローパスフィルタ51は、アップダウンカウンタ43aの計数値のDC成分を抽出する。

【0081】アップダウンカウンタ43aの計数値は、前述したように駆動ローラ18と従動ローラ19の回転角速度の差（ $\omega$ 、 $\eta$ ）に対応しているが、このうち駆動ローラ18と従動ローラ19の直径の差による回転角速度の差は、直径の差に応じた一定の値となるから、これはアップダウンカウンタ43aの計数値のDC成分に相当する値となる。従って、このDC成分を用いることにより、駆動ローラ18と従動ローラ19の直径差の影響を受けることなく搬送ベルト20の移動速度変動を計測できる。

【0082】具体的に説明すると、本実施形態では第2の実施形態と同様に搬送ベルト20の画像記録領域より外側の領域上に形成されたインデックスマーク48を検出するマーク検出器49が設けられ、このマーク検出器49からの検出信号を入力する制御部50によって、アップダウンカウンタ43aとD/A変換器44およびメモリ52が制御される。

【0083】制御部50は、記録用紙3上にカラー画像を形成する前に、マーク検出器49から入力される検出信号から搬送ベルト20の一周期間を認識し、この一周期間におけるアップダウンカウンタ43aの計数値のDC成分をローパスフィルタ51を介して駆動ローラ18と従動ローラ19の直径差による回転角速度差成分の情報としてメモリ52に書き込む。

【0084】そして、実際に記録用紙3上にカラー画像を形成するときには、マーク検出器49から出力される検出信号に同期して制御部50がメモリ52から駆動ローラ18と従動ローラ19の直径差による回転角速度差成分の情報を読み出す。この直径差による回転角速度差成分の情報は減算器53に入力され、実際のカラー画像系形成時に得られるアップダウンカウンタ43aの計数値から差し引かれる。

【0085】減算器53の出力は、D/A変換器44によってアナログ値（電圧信号）に変換される。この電圧信号は、駆動ローラ18と従動ローラ19の直径差の影響が除去された搬送ベルト20の厚さ変動に起因する移動速度の変動のみを示す搬送誤差信号であり、この搬送誤差信号は、第1、第2の実施形態と同様に補償回路46により位相補償（位相反転）と適当なゲインが与えられた後、加算器37によりモータ回転速度制御系30における加算器36から出力される主たる回転速度制御信号に重畳され、この加算器37の出力信号が最終的なモータ回転速度信号としてモータドライバ38に入力される。これにより、駆動モータ21は搬送ベルト20による搬送誤差、つまり搬送ベルト20の厚さ変動に伴う移動速度の変動が打ち消されるように駆動される。

【0086】このように本実施形態によれば、駆動ローラ18と従動ローラ19の直径に差があっても、搬送ベルト20の厚さ変動に伴う移動速度の変動を除去して記録用紙3を正しく搬送することができる。

【0087】（第4の実施形態）図6は、本発明の第4の実施形態に係るカラー画像形成装置における搬送機構4とその制御系の構成を示す図である。

【0088】本実施形態は、アップダウンカウンタ43bで駆動ローラ18および従動ローラ19の回転角度の差を検出し、この回転角度の変化量をより小さくするようなレジストローラ23a、23bによる搬送機構4での記録用紙3の搬送開始タイミングを制御することによって、搬送ベルト20の厚さ変動に伴う移動速度の変動の影響を受けないようにしたものである。

【0089】本実施形態では搬送機構4に加えて、記録用紙4を搬送ベルト20上に供給するための画像記録媒体供給手段であるレジストローラ23a、23bが設けられている。ここで、レジストローラ23aは駆動側、レジストローラ23bは従動側であり、駆動側のレジストローラ23aはモータドライバ63によって駆動されるレジストローラ駆動モータ64により回転駆動され

る。

【0090】一方、第1～第3の実施形態と同様に、ロータリエンコーダ41、42が設けられている。これらのロータリエンコーダ41、42から出力されるパルス信号をダウンカウンタ入力およびアップカウンタ入力にそれぞれ受けるアップダウンカウンタ43bは、本実施形態では第1～第3の実施形態と同様にして得られた計数値（駆動ローラ18および従動ローラ19の回転角速度差（ $\omega - \eta$ ））に、制御部60内のタイマから与えられる時間情報を受けて時間 $t$ を乗じることにより、駆動ローラ18および従動ローラ19の回転角度差（ $\omega - \eta$ ） $t$ を検出し、これを出力する。そして、このアップダウンカウンタ43bから出力される回転角度差（ $\omega - \eta$ ） $t$ に応じた出力値は、ROMテーブル61に入力される。

【0091】ROMテーブル61は、後述するように搬送ベルト20の回転回数と搬送誤差との関係を記述したものであり、搬送誤差に相当するアップダウンカウンタ43aの出力値に対応した搬送ベルト20の回転回数の情報を出力する。ROMテーブル61の出力はタイミング設定部62に入力され、このタイミング設定部62によって搬送機構4での記録用紙3の少なくとも搬送開始のタイミングが設定される。

【0092】実験および数値計算によれば、搬送ベルト20の回転回数に対する搬送ベルト20の厚さ変動は、例えば図7に示すようになる。このとき、搬送ベルト20の回転回数に対する駆動ローラ18および従動ローラ19の回転角度差（ $\omega - \eta$ ） $t$ の変化は図8に示すようになる。さらに、搬送ベルト20の回転回数に対する搬送ベルト20の実際の移動量と厚さ変動のない理想的な搬送ベルト20を使用した場合の移動量との差（以下、これを搬送誤差という）の変化を表すと、図9に示すようになる。

【0093】図9に示されるように、搬送ベルト20の周長を $L$ 、画像形成ユニット5a、5b、5c、5d間の距離のうち最大の距離、つまり記録用紙3の搬送方向の最初の画像形成ユニット5aの記録用紙3への記録部から、最後の画像形成ユニット5dの記録用紙3への記録部までの距離を $d$ とすれば、図9に示す長さ $h$ が記録用紙3上で発生するレジストレーションずれの最大値に対応する搬送誤差ということになる。従って図9の例の場合、起こり得るレジストレーションずれの最大値は、搬送誤差振幅の2倍となり、具体的な数値では約65 [ $\mu\text{m}$ ]となる。

【0094】このような知見に基づき、本実施形態では搬送ベルト20の厚さ変動があっても、これに起因する搬送速度（搬送ベルト20の移動速度）の変動の影響が少なくなるようなタイミングで記録用紙3の搬送を開始するようにレジストローラ駆動モータ64を駆動することにより、搬送誤差を低減させる。ここで、搬送ベルト

20の厚さ変動に起因する搬送誤差が小さくなるようなタイミングとは、レジストレーションずれの許容値にもよるが、例えば図9と同様の図10で検討すると、次のようになる。

【0095】図10によれば、搬送ベルト20の周長 $L$ に対する画像形成ユニット間最大距離 $d$ の比（ $d/L$ ）が同じであっても、レジストレーションずれの原因となる搬送誤差の変化量は、 $h1$ と $h2$ のように異なる。 $h2$ は搬送ベルト20の一周期内で最小の搬送誤差変化量であり、搬送ベルト20の回転数に対する搬送誤差の変化を示す曲線のうち、搬送誤差の変化量が小さい極大値を中間に含んでいる。この搬送誤差変化曲線の極小値を中間に含む搬送誤差変化量も、同様に $h2$ となる。これに対して、搬送誤差変化曲線の極大値と極小値との中間での搬送誤差変化量は $h1$ であり、 $h2$ に比較して格段に大きい。

【0096】従って、搬送誤差変化量が最も小さい $h1$ となるようなタイミング、つまり搬送誤差変化曲線の一周期の極大値もしくは極小値を（ $d/L$ ）の間に挟み込むような形になるように、記録用紙3が画像形成ユニット5aに到達するようなタイミングでレジストローラ23aを始動させて記録用紙3の搬送を開始することにより、レジストレーションずれを最小にすることができる。

【0097】図6に示した本実施形態の具体的な構成で説明すると、ROMテーブル61には図10に示した搬送誤差と搬送ベルト20の回転回数との関係が記述されており、搬送ベルト20の回転に伴いアップダウンカウンタ43bから、例えば $h2$ の両端の搬送誤差に対応する出力値（駆動ローラ18と従動ローラ19の回転角度の差（ $\omega - \eta$ ） $t$ に相当する値）が出力されると、これらの出力値に対応する回転回数の値を出力する。

【0098】ROMテーブル61から出力された回転回数の値は、タイミング設定部62に入力され、これに基づきタイミング設定部62はモータドライバ63に対して図10の $h2$ に対応する搬送ベルト20の回転回数に相当するタイミングを設定する。モータドライバ63は、このようにして設定されたタイミングでレジストローラ駆動モータ64の駆動を開始し、これによりレジストローラ23a、23bによって搬送ベルト20による記録用紙3の搬送が開始される。なお、記録用紙3の搬送停止も同様のタイミングで行うことが望ましい。

【0099】このように本実施形態によると、搬送機構4による記録用紙3の搬送誤差の変化量が最小となるようなタイミングで記録用紙3の搬送を開始することにより、搬送ベルト20の厚さ変動による搬送速度の変動を小さくでき、レジストレーションずれを低減することが可能となる。

【0100】（第5の実施形態）図11は、本発明の第5の実施形態に係るカラー画像形成装置における搬送機

10

20

30

40

50

構4とその制御系の構成を示した図である。本実施形態は、第4の実施形態を変形した実施形態であり、搬送ベルト20の厚さ変動による移動速度変動の周期性に着目して、画像形成に先立ちタイミング設定部62で設定された搬送開始タイミングの情報を記憶保持しておき、これを画像形成時に読み出して使用するようにしたものである。

【0101】図11において図10と同一の構成要素に同一符号を付して説明すると、本実施形態ではROMテーブル62とモータドライバ63との間にメモリ65が挿入されている。また、第2の実施形態と同様に搬送ベルト20の画像記録領域より外側の領域上に形成されたインデックスマーク48を検出するマーク検出器49が設けられ、このマーク検出器49からの検出信号を入力する制御部50によって、アップダウンカウンタ43bとROMテーブル61、タイミング設定部62およびメモリ65が制御される。

【0102】制御部60は、記録用紙3上にカラー画像を形成する前に、マーク検出器49から入力される検出信号から搬送ベルト20の一周期間を認識し、この一周期間におけるアップダウンカウンタ43bの出力値からROMテーブル61およびタイミング設定部62を介して搬送開始タイミングを求め、これをメモリ65に書き込む。

【0103】そして、実際に記録用紙3上にカラー画像を形成するときには、マーク検出器49から出力される検出信号に同期して制御部60がメモリ65から搬送開始タイミングの情報を読み出し、モータドライバ63に供給する。これによりモータドライバ63は、設定されたタイミングでレジストローラ駆動モータ64の駆動を開始し、レジストローラ23a、23bによって搬送ベルト20による記録用紙3の搬送が開始される。記録用紙3の搬送停止も、同様のタイミングで行うことが望ましい。従って、本実施形態によると第5の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0104】(第6の実施形態) 次に、図12を用いて本発明の第6の実施形態について説明する。搬送ベルト20の厚さ変動に起因する移動速度の変動によってレジストレーションずれが起こることは、前述した通りである。このとき起こり得るレジストレーションずれの最大値と、搬送ベルト20の搬送方向の厚さの変動(振幅 $e$ )と搬送ベルト20を駆動する駆動ローラ18の半径 $r$ と搬送ベルト20の厚さの平均値 $u$ との間には、図12に示すような相関がある。

【0105】許容され得るレジストレーションずれの値として、カラー画像形成装置に対する最近の高画質化の要求に対し、例えば、Pan-Pacific Imaging Conference/Japan Hardcopy'98の今河進氏による“Acceptable Registration Error for ColorText Quality”と題した報告においては、レジストレーションずれの許容値として

60 [ $\mu\text{m}$ ] という値が示されている。

【0106】ここで、図12によると、60 [ $\mu\text{m}$ ] 以下というレジストレーションずれを実現するための構成として、

【0107】

【数12】

$$\frac{e}{\left(r + \frac{u}{2}\right)} \leq 0.00045 \quad (12)$$

【0108】の関係を満たせばよいことが分かる。なお、この関係式は、搬送ベルト20の厚さ変動の波形が第1～第6の実施形態において仮定しているような調和関数でなく、歪んだ形になったとしても適用することができる。

【0109】(第7の実施形態) 次に、図13を用いて本発明の第7の実施形態について説明する。搬送ベルト20の厚さ変動の波形を第1～第6の実施形態で用いているような調和関数で表すことができる場合には、レジストレーションずれの許容値と駆動ローラ18の半径 $r$ 、搬送ベルト20の厚さの平均値 $u$ 、搬送ベルト20の厚さ変動 $e$ 、搬送ベルト20の周長 $L$ と、画像形成ユニット5a、5b、5c、5d間の最大距離 $d$ (図1の例では、画像形成ユニット5aと5d間の距離)との間に新たな関係を求めることができる。

【0110】前述の第4の実施形態で説明したように、図10において $(d/L)$ の位置が変化すれば、生じるレジストレーションずれ(搬送誤差変化量)も変化する。このとき、 $(d/L)$ の値が一定という条件下では、生じるレジストレーションずれが最大になるのは図10において $(d/L)$ の幅で区切られた区間の中間とグラフの変曲点(黒丸で示す)が一致したときであり、このときの状態を図13に示す。

【0111】このとき、搬送誤差変化量の最大値 $h$ は変化するため、図12のグラフに訂正を加える必要がある。その結果、レジストレーションずれの許容値60 [ $\mu\text{m}$ ] を満たす関係は次式で表される。

【0112】

【数13】

$$\frac{e}{\left(r + \frac{u}{2}\right)} \leq \frac{0.00045}{\left|\sin\left(\frac{d}{L}\pi\right)\right|} \quad (13)$$

【0113】以上、本発明の実施形態を説明してきたが、本発明は以下のように種々変形して実施が可能である。

【0114】(1) 前記実施形態では、電子写真方式のカラー画像形成装置について述べたが、本発明は他の方式、例えばインクジェット方式のカラー画像形成装置や、サーマルヘッドを用いる熱転写型または熱昇華型などのカラー画像形成装置にも適用が可能である。

【0115】(2) 前記実施形態では、モータとしてD



Cモータを用いたが、ステッピングモータ等の他のモータを用いてもよい。

【0116】(3)前記実施形態では、搬送ベルト20の搬送速度を一定に保つことを基本にしているが、この限りではなく、搬送速度を故意に変化させる場合にも有効である。

【0117】(4)各実施形態において、各種の信号処理や演算を行う部分は、ハードウェアで実現してもよいし、コンピュータ処理によりソフトウェアで実行するようにしてもよい。

【0118】(5)第1～第5の実施形態と第6、第7の実施形態とを任意に組み合わせて実施することも可能である。

【0119】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば搬送ベルトの厚さ変動に起因するレジストレーションずれを効果的に低減して良好な画像重ね合わせを行い、高品質なカラー画像を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るカラー画像形成装置の構成を示す断面図

【図2】タンデム方式のカラー画像形成装置における搬送ベルトの厚さ変動によるレジストレーションずれを説明する模式図

【図3】第1の実施形態における搬送機構およびその制御系の構成を示す図

【図4】本発明の第2の実施形態における搬送機構およびその制御系の構成を示す図

【図5】本発明の第3の実施形態における搬送機構およびその制御系の構成を示す図

【図6】本発明の第4の実施形態における搬送機構およびその制御系の構成を示す図

【図7】第4の実施形態を説明するための搬送ベルトの回転数に対する搬送ベルトの平均厚さからの変動を表す図

【図8】第4の実施形態を説明するための搬送ベルトの回転回数に対する駆動ローラと従動ローラ間の回転角度差の変化を示す図

【図9】第4の実施形態を説明するための搬送ベルトの回転回数に対する搬送誤差の変化を示す図

【図10】第4の実施形態を説明するための搬送ベルトの回転回数に対する搬送誤差の変化と起こり得るレジストレーションずれを示す図

【図11】本発明の第5の実施形態における搬送機構およびその制御系の構成を示す図

【図12】本発明の第6の実施形態に係るレジストレーションずれと搬送ベルトの搬送方向の厚さの変動、搬送ベルトを駆動する駆動ローラの半径および搬送ベルトの厚さの平均値との関係を示す図

【図13】本発明の第7の実施形態に係る搬送ベルトの回転回数に対する搬送誤差の変化と起こり得るレジストレーションの最大値との関係を示す図

10 【符号の説明】

3…記録用紙（画像記録媒体）

4…搬送機構

5a, 5b, 5c, 5d…画像形成ユニット

18…駆動ローラ

19…従動ローラ

20…搬送ベルト

21…駆動モータ

23, 23a, 23b…レジストローラ（画像記録媒体供給手段）

20 30…モータ回転速度制御系

37…加算器

38…駆動ローラ用モータドライバ

41, 42…ロータリエンコーダ（回転角速度検出手段）

43a…アップダウンカウンタ（回転角速度差検出手段）

43b…アップダウンカウンタ（回転速度差検出手段）

44…D/A変換器

45…サンプリングクロック発生器

30 47…メモリ（回転角速度差記憶手段）

48…インデックスマーク

49…マーク検出器（基準位置検出手段）

50…制御部

51…ローパスフィルタ

52…メモリ

53…減算器

60…制御部

61…ROMテーブル

62…タイミング設定部

40 63…レジストローラ用モータドライバ

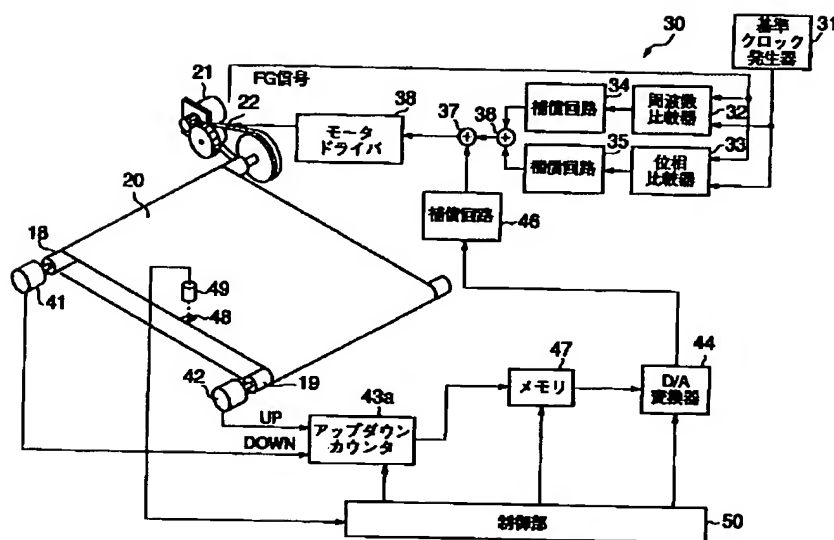
64…レジストローラ駆動モータ

65…メモリ（搬送開始タイミング情報記憶手段）

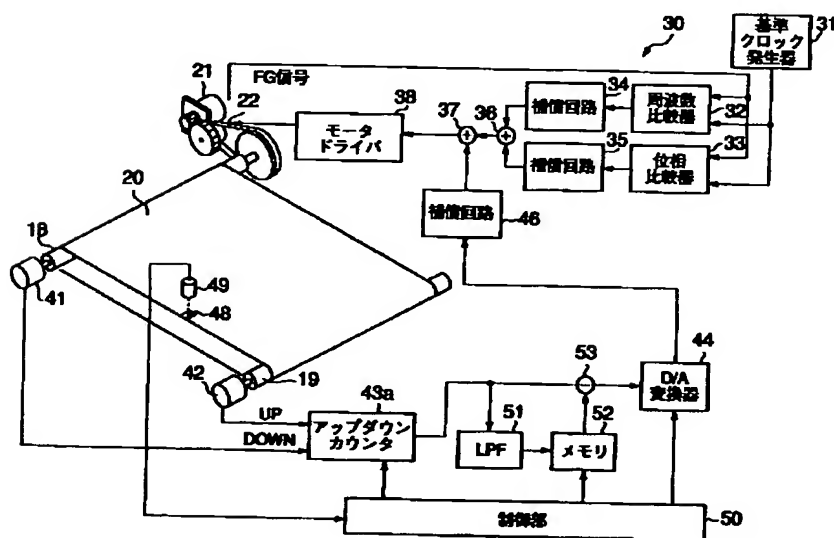




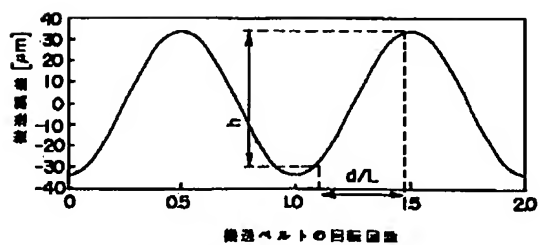
【図5】



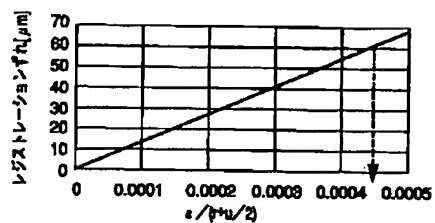
【図5】



【図9】



【图12】





[illegible]

Fターム(参考) 2H027 DC04 DE02 DE03 DE07 DE09  
EB04 EC06 EC09 ED16 EE03  
EE04  
2H030 AA01 AB02 AD05 AD17 BB02  
BB23 BB44 BB46 BB56